

Untersuchungen zur innerartlichen Variabilität des Schädels von *Bathyergus suillus suillus* (Schreber, 1782, Mammalia, Rodentia, Bathyergidae)

VON BERND BREITWIESER¹

Aus dem Dr. Senckenbergischen Anatomischen Institut der Universität Frankfurt/Main

Direktor: Prof. Dr. D. Starck

Eingang des Ms. 15. 1. 1969

I. Einleitung

Ziel dieser Arbeit ist es, Aussagen über die innerartliche Variabilität und Proportionen der Schädel von *Bathyergus suillus suillus* (SCHREBER, 1782) zu machen. Da die Schädel verschiedenen Wachstumsstadien entstammen, wird mit Hilfe von Regressionsberechnungen und Signifikanz-Tests untersucht, inwieweit einheitliche oder nach Alter getrennte Korrelationen zutreffen. Zusätzliche Vergleiche mit Schädeln der gleichen „ordo“ sollen eine Beziehung zur vorliegenden Literatur herstellen. Es ist nicht Aufgabe dieser Arbeit, *Bathyergus suillus suillus* in die moderne, auf allometrischer Forschung basierende Systematik einzuordnen. Dazu fehlt es bei diesem Genus bis heute an Material. Jedoch sollen diese Untersuchungen späteren systematischen Gliederungen als Grundlage und Ausgangspunkt dienen.

II. Material und Methode

Es standen mir 102 Schädel von *Bathyergus suillus suillus* (SCHREBER, 1782) zur Verfügung, die mir zusammen mit dem Thema von Herrn Professor Dr. D. STARCK, Frankfurt/Main, überlassen wurden. Er brachte sie von seiner Südafrika-Expedition 1966 mit. Sie stammen alle von einem einzigen Fundort, der Farm de Hoop in der Gegend von Bredasdorp in der südlichen Kap-Provinz. Ich möchte Herrn Professor Dr. Starck an dieser Stelle für Thema und Material meinen Dank aussprechen.

Auf Grund folgender Merkmale konnten die Schädel in verschiedene Altersgruppen eingeordnet werden:

1. Durchbruch der letzten Molaren
2. Abrasio aller Zähne
3. Vorderes Ende der Crista mediana.

Da gesichert war, daß alle Tiere aus der gleichen Gegend stammten, konnte mit großer Wahrscheinlichkeit eine rein altersabhängige Abrasio angenommen werden. Eine Verlagerung der letzten Molaren war bei keinem der eindeutig adulten Tiere festzustellen, so daß aus deren Durchbruchsstadium auf das Alter des Schädels geschlossen werden durfte. Lediglich bei der Länge der Crista mediana konnten nicht immer sichere Aussagen über das Alter des zugehörigen Schädels gemacht werden, weshalb dieses Kriterium auch nur in Zweifelsfällen in Erwägung gezogen wurde. Mit Hilfe dieser Bemerkungen wurde jedem Schädel eine Altersstufe zugeordnet, dem jüngsten eine 1, dem

¹ Ergebnisse der mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführten Südafrika-Expedition Starck 1966.

ältesten eine 30. Der Gruppe der jüngsten Tiere entsprachen die Zahlen bzw. Altersgrade 1–10, der ältesten die Zahlen 21–30. Die Gruppe 2 umfaßte die Schädel mit Zahlen 11–20, also diejenigen, die sich weder eindeutig den jungen noch den adulten Schädeln zuordnen ließen. Bei dieser Gruppeneinteilung wurde ein Zusammenhang entdeckt zwischen diesen Altersgraden und der Entfernung zwischen den Partes squamosae ossium temporalium der beiden Seiten. Doch dieser Zusammenhang wird an anderer Stelle diskutiert. An allen Schädeln wurden, soweit es möglich war, 16 Messungen vorgenommen. Die Meßpunkte sind aus der Abb. 1 ersichtlich:

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Hirnschädelkapazität (HKAP) | 9. Interorbitalbreite (IORB) |
| 2. Intersquamosabreite (ISQB) | 10. Länge der Backenzahnreihe (BACK) |
| 3. Condylolncisivlänge (CIL) | 11. Länge des Diastema (LDIA) |
| 4. Länge der Pars basilaris (LBAS) | 12. Palatallänge (PAL) |
| 5. Occipitalhöhe (OCC) | 13. Breite der Maxilla (MAX) |
| 6. Jugalbreite (JUG) | 14. Bullaebreite (BUBR) |
| 7. Länge der Nasalia (NAS) | 15. Bullaelänge (BUL) |
| 8. Länge der Frontalia (FRON) | 16. Parietallänge (PAR) |

(Die Abkürzungen geben die Maße so wieder, wie sie die Maschine ausgedruckt hat, siehe Anhang!)

Die Maße wurden mit der Schublehre genommen, die Hirnschädelkapazität mit trockenem Mohnsamen bestimmt, wobei die Schädel mit der Unterseite in Watte eingebettet wurden. Längenmaße werden in mm, Volumenmaße in cm^3 angegeben. Alle Messungen habe ich dreimal durchgeführt.

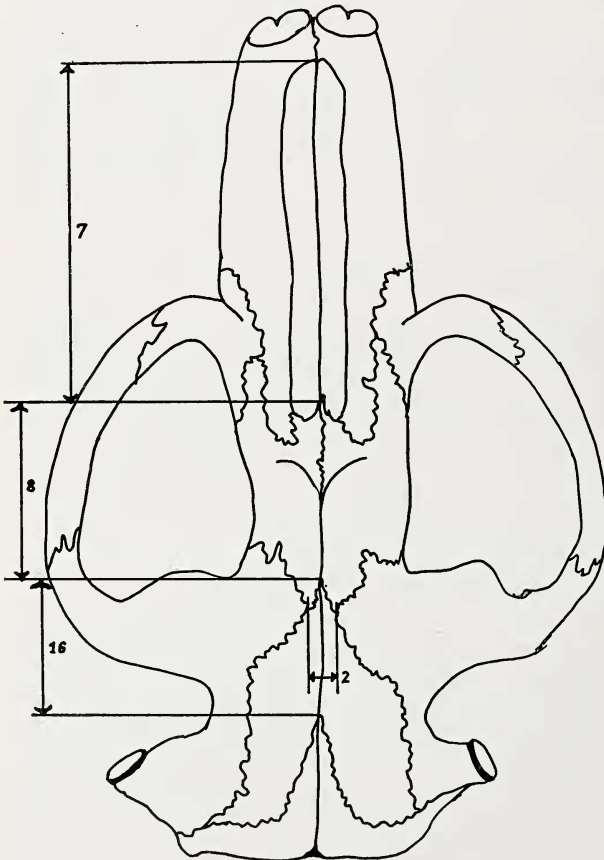


Abb. 1a. Darstellung der Meßpunkte

Berechnungsgrundlage

ist die von SNELL 1891 aufgestellte Formel $Hg = p \cdot Kg^s$, die eine Beziehung zwischen Hirngewicht und Körpergewicht beschreibt. KLATT (1913) erkannte, daß diese Formel Proportionen ausreichend kennzeichnet. Zusammenfassende Darstellungen allometrischer Methoden gibt RÖHRS (1959, 1961) sowie FRICK (1957) und BÄHRENS (1961). In der vorliegenden Arbeit wurden unter Zugrundelegung dieser Funktion nach den Programmen REV – LINP

von Dr. GEBHARDT, Deutsches Rechenzentrum, Darmstadt, und REZ – HP

von F. WINGERT, Dr. Senckenbergisches Anatomisches Institut, Frankfurt/Main, alle Rechnungen biloga-

rithmisch (log naturalis) durchgeführt. Es wurden die am Ende der Arbeit tabellarisierten 15 Regressionen der Einzelmaße zur Bezugsgröße in den drei Altersgruppen getrennt, insgesamt berechnet und sowohl untereinander als auch durch alle Einzelgruppen mittels eines F-Testes verglichen. Dieser Signifikanztest für oder gegen die Alternativhypothese wurde auf 1%-Niveau durchgeführt. Signifikante Gruppenvergleiche konnten nur bei der Bezugsgröße Diastemalänge durchgeführt werden, da die ebenfalls herangezogene Condylorincisivilänge vor allem in der Gruppe der eindeutig jungen Tiere nicht immer gemessen werden konnte, das n also zu klein wurde. Die Bezugsgröße CIL, wie das Maß in der Auswertung ausgedrückt wird,

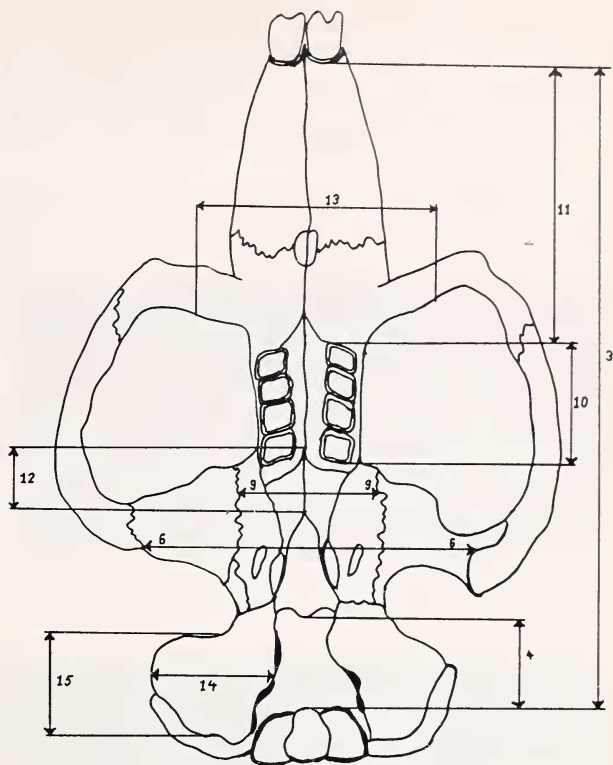


Abb. 1b. Darstellung der Meßpunkte

nur zu Gesamtregressionen beim Vergleich mit anderen Schädeln herangezogen. Sämtliche Werte für den Mittelwert, den Allometrie-Koeffizient und die absolute Konstante oder kurz b-Wert, sind im Anhang mit der zugehörigen Standardabweichung angegeben. Der Mittelwert ist in numerischer Form aufgeführt, die anderen Werte ergeben sich aus der bilogarithmischen Berechnung im log naturalis. Der Wert für b läßt sich ableiten aus der logarithmierten Form der Allometrieformel:

$$\lg b = \lg y - a \lg x.$$

Der Korrelationskoeffizient r drückt die Bindung der Einzelwerte an die Allometrie-gerade aus, diese ist für eine Beziehung repräsentativ, wenn der r-Wert den sogenannten Zufallshöchstwert zw mit einer Signifikanz von 0,27% erreicht oder übertrifft (BÄHRENS 1961). In der Tabelle im Anhang ist in jedem Falle sowohl der Zufallshöchstwert als auch das Signifikanzniveau angegeben, auf dem zw erreicht oder übertroffen wird. Liegt den Berechnungen eine Normalverteilung zugrunde, so können die Signifikanzgrenzen zuverlässig bestimmt werden. Manche Beziehungen folgen aber nicht dieser Verteilung, so daß damit die angegebenen Signifikanzen mit Vorbehalt zu betrachten sind. Ebenso treten bei den Signifikanz-Tests hin und wieder negative F-Werte auf, die aber als 0 angesehen werden dürfen. Sie beruhen auf Abrundungsfehlern der Maschine bei kleinen Fehlerquadratsummen. Außerdem wurde mit Hilfe der Standardabweichungen der Mittelwerte ein t-Test durchgeführt, der auf 95%-Signifikanzniveau den Bereich der Differenz der zu vergleichenden Mittelwerte festlegt. Auf Grund dieser Angabe läßt sich klären, ob die absoluten Werte der Altersgruppen ineinander übergehen.

oder ob eine signifikante Trennung durchgeführt werden kann. Bei der folgenden Auswertung sind diese Tatsachen berücksichtigt. Sollten diese Berechnungen zu Vergleichen herangezogen werden, so ist es notwendig, diese Vorbemerkungen zu beachten. Die grafischen Darstellungen sind im bilogarithmischen Koordinatensystem gezeichnet, jedoch geben die Bezeichnungen der Koordinaten den entsprechenden Numerus an.

III a. Allgemeine Betrachtung von *Bathyergus suillus suillus*²

Bathyergus suillus suillus gehört in die Familie der Bathyergidae und stellt die einzige Spezies vom Genus *Bathyergus* ILLIGER, 1811, dar. Sie sind dort unter dem Namen „Mole-Rats“ und „Cape-Sand-Moles“ bekannt. Wie der Name schließen läßt, bewohnt *Bathyergus suillus suillus* Namaqualand und die Kap-Provinz an der Südspitze des afrikanischen Kontinents. Sie legen ihre Bauten entlang der Küste in Sanddünen und ebenen Sandflächen an. Es gibt Autoren, die auf Grund körperbaulicher Merkmale eine Familie „Bathyergidae“ befürworten. Die Tiere sind 175 bis 330 mm lang, der Schwanz kann 40 bis 70 mm messen. Das dicke wollige Fell ist graugelb, jedoch sind weiße und gescheckte Individuen nicht selten. Die oberen Schneidezähne sind weiß und stark geriefelt. Sie stehen zusammen mit den unteren Incisiven ungewöhnlich weit hervor. Die Zahnformel ist 1 0 1 3.

Sie leben in Höhlen, die sie selbst graben. Die Nahrung besteht überwiegend aus Knollen und Wurzeln. In Anbaugeländen können sie zu größeren Mißernten beitragen. Ihre Vorräte haben sie in Höhlen und Gängen gelagert. Diese Gänge sind oft so ausge-



Abb. 2 (links). Schädel von *Bathyergus suillus suillus*, Unterseite. — Abb. 3 (rechts). Schädel von *Bathyergus suillus suillus*, Aufsicht

² Nach WALKER, E. P.: Mammals of the World, 1964.

dehnt, daß sie Menschen, Pferde und sogar Eisenbahndämme ernsthaft gefährden können.

III b. Die innerartliche Variabilität und Proportionsänderungen auf Grund schädelallometrischer Untersuchungen

Die mir zur Verfügung stehenden Schädel von *Bathyergus suillus suillus* stammen nicht aus einer Altersstufe, so daß in die Betrachtung der intraspezifischen Variabilität noch die altersbedingte Variabilität eintritt. Infolge dieser Tatsache ist in statistisch gesicherten Fällen eine Analyse altersbedingter Proportionsänderungen möglich. Als Bezugsgröße für die Regressionsrechnungen erwies sich die Länge des Diastemas für besonders geeignet. Die sonst übliche Condylolincisivlänge mußte verworfen werden, da sie, wie oben erwähnt, nicht an allen Schädeln gemessen werden konnte.



Abb. 4. Schädel von *Bathyergus suillus suillus*, Seitenansicht

Bei der Auswertung des ersten Schädelmaßes, der *Hirnschädelkapazität*, konnte darauf verzichtet werden, aus der Meßgröße die dritte Wurzel zu ziehen, weil bei logarithmischer Rechnung die Werte für a und b die gleichen sind. Lediglich bei Reduktion auf Linearmaße würde a um ein Drittel kleiner werden. Der erste Teil der folgenden Tabelle enthält den Mittelwert des abhängigen Maßes, hier der *Hirnschädelkapazität*, und unter „t“ den aus der Standardabweichung des Mittelwertes resultierenden Differenzbereich zwischen den Gruppen. Aus dem zweiten Teil der Tabelle lassen sich die Ergebnisse der Regressionsrechnung ersehen:

	2. Gruppe	3. Gruppe	Gesamt
<i>Hirnschädelkapazität in cm³</i>			
M	4,2	4,5	4,45
t	$t_{2/3} = 0,24-0,36$		
<i>Hirnschädelkapazität/Länge des Diastemas</i>			
n	9	51	60
a	0,93	0,63	0,64
ln b	-1,35	-0,46	-0,48

Auf Grund des F-Testes muß trotz erheblicher Abweichungen sowohl des Regressionskoeffizienten als auch des b-Wertes die Alternativhypothese verworfen werden, so daß die Gesamtwerte die Korrelation zwischen *Hirnschädelkapazität* und *Länge des Diastemas* wie folgt charakterisieren: Jugendliche Schädel haben eine relativ größere *Hirnschädelkapazität* als adulte, d. h. die *Hirnschädelkapazität* nimmt in geringerem Maße zu als die *Länge des Diastemas*. Der Vergleich der absoluten Maße läßt an Hand des t-Testes eine auf 95%-Niveau signifikante Trennung der Mittelwerte erkennen.

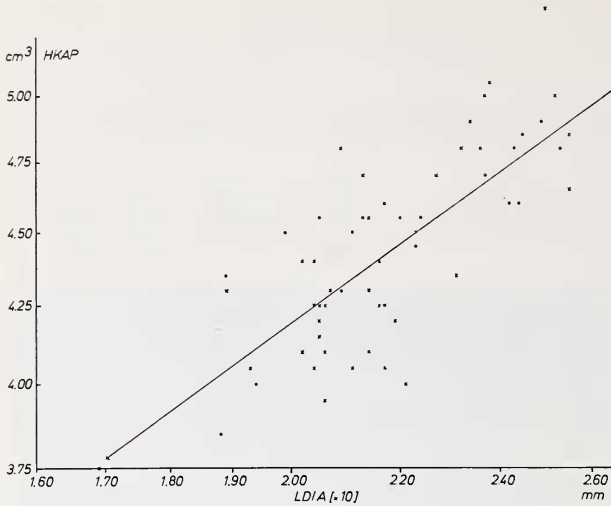


Abb. 5. Einzelwerte und Gesamtallometriegraden für Hirnschädelkapazität/Länge des Diastemas

sene Tiere haben einen kleineren Exponenten als Individuen, bei denen der 3. Molar noch im Durchbruch oder noch nicht die Kronenhöhe der ersten beiden Molaren erreicht hat.“

Die Berechnung der Hirnschädelkapazität in Beziehung zur Condylolincisivlänge, welche nur in der Gesamtregression ausgewertet werden konnte, ergab einen a-Koeffizienten von 0,85, was auf einen stärkeren Zusammenhang beider Maße schließen läßt.

Um die Proportionen im Bereich des Hirnschädels noch etwas näher zu untersuchen, wurden folgende Regressionen berechnet:

	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt
<i>Occipitalhöhe</i>					<i>Interorbitalbreite</i>			
M	9,0	9,9	10,9	10,4	14,1	15,2	15,5	15,2
t	1/2: 0,72 bis 1,08	2/3: 0,89 bis 1,11	1/3: 1,75 bis 2,05		1/2: 1,04 bis 1,17	2/3: 0,25 bis 0,35	1/3: 1,35 bis 1,45	
<i>Occipitalhöhe / Länge des Diastemas</i>					<i>Interorbitalbreite / Länge des Diastemas</i>			
n	17	15	60	92	22	18	61	101
a	-0,05	0,44	0,76	0,71	0,34	0,14	0,46	0,35
ln b	2,36	0,97	0,01	0,17	1,68	2,31	1,32	1,64

Aus Gründen der Erhaltung des seltenen Materials konnten keine Messungen der Hirnkapsel durchgeführt werden. *Occipitalhöhe* und *Interorbitalbreite*, letztere gemessen zwischen den Sutt. sphenosquamosae, können in genügender Weise eine Tendenz in den Höhen- und Breitenkorrelationen beschreiben. Beim Vergleich aller Gruppen der *Occipitalhöhe* wird eine Alternativhypothese zwar signifikant abgelehnt, jedoch muß diese Tatsache mit Vorbehalt angesehen werden, weil diese Regression stark von der allen Tests zugrunde liegenden Normalverteilung abweicht. Die Gesamtheit der Schädel zeigt, daß die *Occipitalhöhe* von kleinen zu großen Tieren relativ zur Diastema-

Abschließend kann festgestellt werden, daß von jungen zu adulten Tieren eine relativ zur Länge des Diastemas abnehmende Tendenz der Hirnschädelkapazität bei absoluter Größenzunahme zu verzeichnen ist, was Messungen von BÄHRENS (1961), REICHSTEIN (1963) und HÜCKINGHAUS (1962) bestätigen. Auch FRICK (1959) stellt dies an Messungen von Gesamt- und Hirngewicht an *Apodemus sylvaticus* fest. Er erhärtet diesen Befund noch, indem er über Beobachtungen an Mantelpavianen schreibt: „Ausgewach-

länge abnimmt. Innerhalb der absoluten Werte der Occipitalhöhe ist eine Höhenzunahme festzustellen. Der t-Test der Mittelwerte der Gruppen läßt eine signifikante Trennung der Populationen der Altersgruppen zu, die gleichmäßige Breite der Differenzen weist auf gleichbleibendes Wachstum in allen Altersstadien hin. Das Breitenwachstum, dokumentiert durch die Interorbitalbreite, bleibt in seinem Exponenten deutlich hinter der Occipitalhöhe zurück. Der für alle Gruppen signifikante a-Wert von 0,35 zeigt, daß sich der Hirnschädel

relativ zur Bezugsgröße wesentlich mehr in Höhe und Länge ausdehnt als in der Breite, wobei für die Länge die noch abzuhandelnden Knochen des Schädels herangezogen werden dürfen, da an dieser Stelle eine schwache oder gar keine Wölbung auftritt. Die absoluten Werte lassen für die ersten beiden Altersgruppen auf eine gleichmäßige Breitenzunahme schließen, während der Zuwachs in der dritten Gruppe gering ist. Trotzdem läßt sich noch eine signifikante Trennung der Mittelwerte für die Gruppenpopulationen ermitteln.

Ergänzend zu den Betrachtungen des Hirnschädels sind noch die Werte des Schädeldaches auszuwerten:

Die *Parietallänge* läßt einen durch alle drei Altersgruppen verhältnismäßig konstanten Regressionskoeffizienten von etwa 0,4 erkennen, was auch der F-Test bestätigt. Auch der Vergleich der absoluten Werte ergibt eine signifikante Trennung der Mittelwerte der Gruppenpopulation bei etwa gleich großen Differenzen. Nur beim Übergang von der 2. zur 3. Gruppe ist die Differenz um ein geringes kleiner. Auffallend ist bei dieser Regression der niedrige Korrelationskoeffizient,

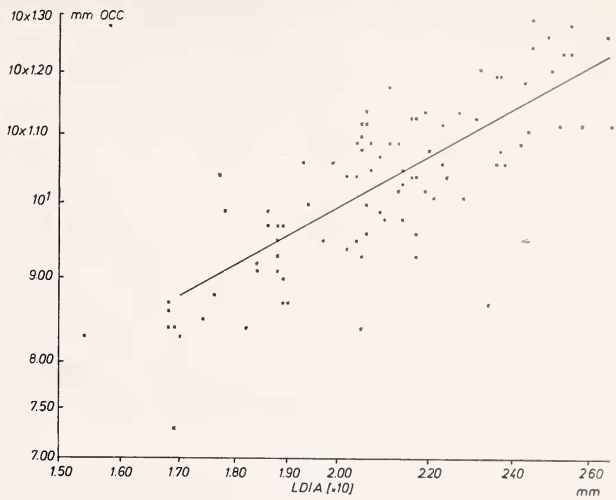


Abb. 6. Einzelwerte und Gesamtmometrieraden für Occipitalhöhe/Länge des Diastemas

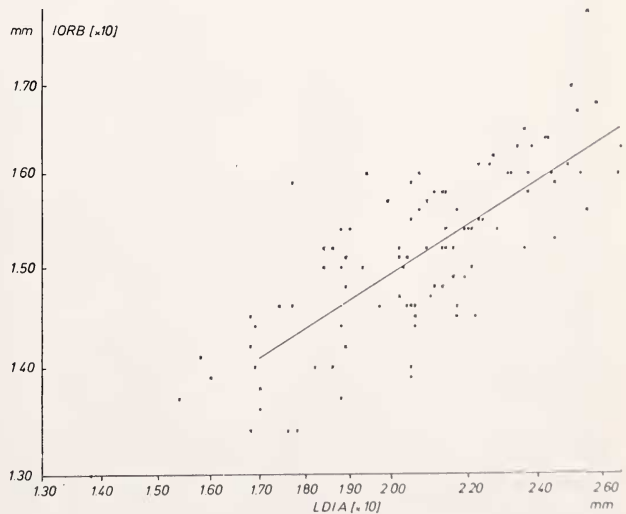


Abb. 7. Einzelwerte und Gesamtmometrieraden für Interorbitalbreite/Länge des Diastemas

	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt
<i>Länge des Parietale</i>					<i>Länge der Frontale</i>			
M	11,6	12,7	13,4	12,9	16,6	18,1	19,7	18,8
t	1/2: 0,91 bis 1,29	2/3: 0,54 bis 0,86	1/3: 1,68 bis 1,92		1/2: 1,30 bis 1,70	2/3: 1,45 bis 1,75	1/3: 2,96 bis 3,24	
<i>Länge des Parietale / Länge des Diastemas</i>					<i>Länge der Frontale / Länge des Diastemas</i>			
n	22	15	59	96	22	17	60	99
a	0,40	0,43	0,39	0,49	0,72	0,39	0,63	0,67
ln b	1,31	1,24	1,38	1,05	0,75	1,71	1,01	0,90

der sich darauf zurückführen läßt, daß das Supraoccipitale weit in das Parietale vorstößt und sich auf der mediansagittalen Crista der Knochensutur nicht eindeutig bestimmen läßt.

An dieser Stelle möchte ich unter Hinzuziehung des zuletzt diskutierten Maßes für den Hirnschädel von *Bathyergus* zusammenfassen:

Überraschenderweise läßt sich für die Occipitalhöhe der steilste Verlauf der Regression feststellen. Eine Gesamtbetrachtung aller Schädel zeigt eine Streuung der Hirnschädelmaße dahingehend, daß in bezug auf die Diastemalänge sich für die Occipitalhöhe mit 0,71 deutlich engere Proportionszusammenhänge ergeben als für die Breite und Länge mit 0,35 und 0,49. Auch die Prüfung der absoluten Maße bestätigt diese Feststellung, indem die Occipitalhöhe über alle Gruppen eine gleichmäßig starke Entwicklung aufweist, was bei der Interorbitalbreite und Parietallänge nicht beobachtet werden kann.

Die *Länge der Frontalia* nimmt relativ zum Diastema von subadulten zu adulten Tieren ab, während der Vergleich der Mittelwerte der Gruppen eine Größenzunahme zu den adulten Tieren hin ergibt. In diesem Zusammenhang ist es vielleicht angebracht, auf die Ergebnisse der an die Frontalia anschließenden *Nasalia* zu verweisen. Die Relation zur Länge des Diastemas ist bei den *Nasalia* geringgradig größer. Jedoch läßt die Auswertung der absoluten Zahlen darauf schließen, daß die signifikant getrennten Mittelwerte der Gruppenpopulationen größer werden, aber die Differenzen der Mittelwerte lassen zu adulten Schädeln hin eine geringere Zunahme erkennen. Dies würde ein korrespondierendes Wachstum unter umgekehrten Vorzeichen für Frontalia und *Nasalia* bedeuten. Die Folgerung daraus ist: Bei jungen Tieren steht das Wachstum der *Nasalia* im Vordergrund, wäh-

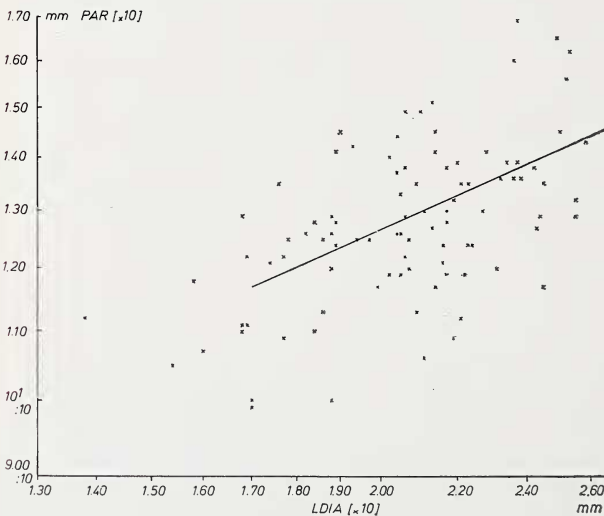


Abb. 8. Einzelwerte und Gesamtmometriegeraden für Parietal-länge/Länge des Diastemas

Die Relation zur Länge des Diastemas ist bei den *Nasalia* geringgradig größer. Jedoch läßt die Auswertung der absoluten Zahlen darauf schließen, daß die signifikant getrennten Mittelwerte der Gruppenpopulationen größer werden, aber die Differenzen der Mittelwerte lassen zu adulten Schädeln hin eine geringere Zunahme erkennen. Dies würde ein korrespondierendes Wachstum unter umgekehrten Vorzeichen für Frontalia und *Nasalia* bedeuten. Die Folgerung daraus ist: Bei jungen Tieren steht das Wachstum der *Nasalia* im Vordergrund, wäh-

rend bei adulten Tieren die Frontalia mehr hervortreten. Die überwiegende Größenzunahme wechselt im Laufe des Schädelwachstums von der Nasalia auf die Frontalia über.

Ein sehr wesentliches Charakteristikum eines Schädels ist seine Breite, die sich im besonderen in der *Jugalbreite* metrisch bestimmen läßt. Der F-Test ergab eine signifikante Abweichung der Gesamtregression, was seine Ursache in der starken Divergenz der Regressionskoeffizienten hat. Man könnte daraus schließen, daß diese Funktion

nicht linear, sondern im logarithmischen System eventuell S-förmig ist, worauf die auffallend geringe Regression der 2. Gruppe hinweisen könnte. Die absoluten Werte nehmen von subadulten zu adulten Tieren zu, der Mittelwertvergleich läßt jedoch zu adul-

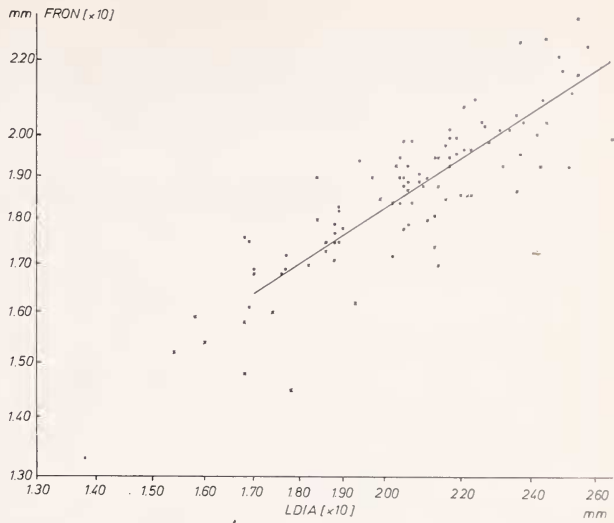


Abb. 9. Einzelwerte und Gesamtallometrieraden für Länge der Frontalia/Länge des Diastemas

	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt
<i>Länge des Nasale</i>				
M	19,3	22,0	23,6	22,4
t	1/2: 2,37—3,03	2/3: 1,36—1,84	1/3: 4,07—4,53	
<i>Länge des Nasale / Länge des Diastemas</i>				
n	20	18	56	94
a	0,58	0,74	0,69	0,76
ln b	1,28	0,88	1,00	0,81

	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt
<i>Jugalbreite</i>				
M	28,7	30,6	32,0	31,0
t	1/2: 1,74—2,06	2/3: 1,29—1,51	1/3: 3,16—3,44	
<i>Jugalbreite / Länge des Diastemas</i>				
n	21	18	61	100
a	0,43	0,28	0,42	0,42
ln b	2,13	2,59	2,15	2,16

ten Tieren hin einen geringeren Größenzuwachs erkennen. Aus diesen Bemerkungen läßt sich schließen, daß auf Grund der Regression und des Vergleichs der absoluten Werte jugendliche Schädel gegenüber adulten eine relativ große Jochbogenbreite besitzen. Damit wird der visuelle Eindruck bestätigt, der adulte Schädel gegenüber subadulten Schädeln wesentlich schlanker erscheinen läßt.

Für die *Länge der Backenzahnreihe des Oberkiefers* und die *Länge des os palatinum* zur Länge des Diastemas wurden folgende Werte berechnet:

	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt
<i>Länge der Backenzahnreihe OK</i>					<i>Länge d. os palatinum</i>			
M	11,8	12,1	12,2	12,1	5,7	5,7	6,1	5,9
t	1/2: 0,24 bis 0,37	2/3: 0,05 bis 0,15	1/3: 0,35 bis 0,45		1/2: -0,11 bis 0,11	2/3: 0,30 bis 0,50	1/3: 0,35 bis 0,40	
<i>Länge der Backenzahnreihe / Länge des Diastemas</i>					<i>Länge d. os palatinum / Länge des Diastemas</i>			
n	22	18	62	102	22	18	62	102
a	0,23	0,13	0,26	0,17	0,80	0,22	0,93	0,45
ln b	1,81	2,08	1,69	1,99	-0,54	1,08	-1,08	0,41

Beide Regressionen weisen einen relativ niedrigen Korrelationskoeffizienten auf, was auch die teilweise starken Diskrepanzen der a-Exponenten und b-Werte erklärt. Jedoch ergibt der F-Test in beiden Fällen keine signifikanten Unterschiede, die eine getrennte Betrachtungsweise rechtfertigen würden. Die obere Backenzahnreihe ergibt relativ zur Diastemalänge einen niedrigen Zusammenhang, was auch die absoluten Werte bestätigen. Für dieses Maß ergibt sich nämlich von der 1. zur 3. Gruppe nur eine unbedeutende Größenzunahme. Ein junges Tier wird also eine relativ lange Backen-

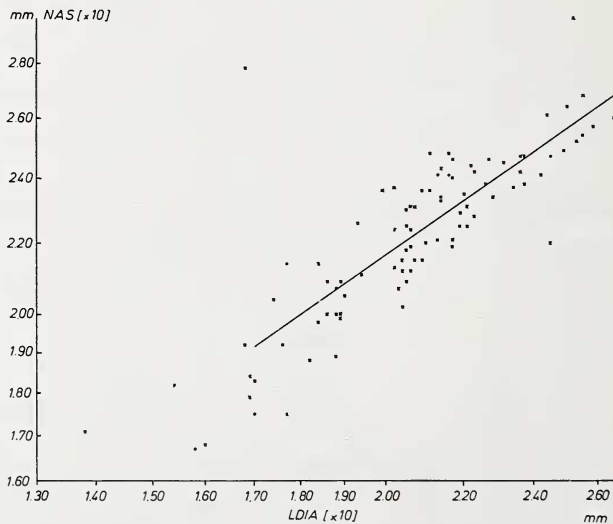


Abb. 10. Einzelwerte und Gesamtmometriegeraden für Länge der Nasalia/Länge des Diastemas

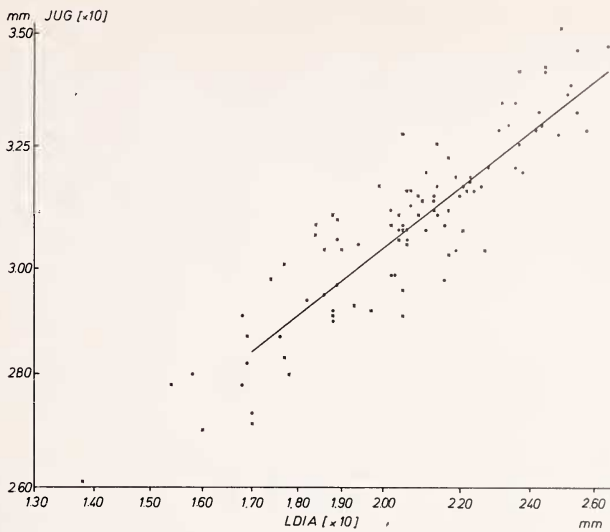


Abb. 11. Einzelwerte und Gesamtalometriergeraden für Jugalbreite/Länge des Diastemas

zahnreihe aufweisen, während dieselbe bei einem adulten Tier im Verhältnis zur Diastemalänge auffallend kurz erscheint.

Eine ähnliche Entwicklung ist auch bei der Palatallänge festzustellen. An Hand der absoluten Werte kann eine Trennung der Mittelwerte der ersten beiden Gruppen nicht signifikant durchgeführt werden. Lediglich in der Regression liegt die Palatallänge höher als die Länge der Backenzahnreihe. An dieser Stelle soll nochmals auf die Zeichnung im Abschnitt „Material und Methode“ verwiesen werden, woraus ersichtlich ist, daß die Palatallänge nur das os palatinum umfaßt, nicht den gesamten knöchernen Gaumen.

Die Berechnung der *Breite der Maxilla* oral ergab folgende Werte:

	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt
<i>Breite der Maxilla</i>				
M	18,2	19,6	20,7	20,0
t	1/2: 1,23 bis 1,57	2/3: 0,96 bis 1,24	1/3: 2,41 bis 2,59	
<i>Breite der Maxilla / Länge des Diastemas</i>				
n	22	18	62	102
a	0,63	0,51	0,41	0,50
ln b	1,10	1,44	1,76	1,47

Die Regression ergibt keinen signifikanten Anhalt für eine getrennte Betrachtung der Altersgruppen. Jugendliche Schädel sind bei dem Exponenten von 0,5 relativ zur Länge des Diastemas breiter als adulte Schädel. Dies bestätigt auch den gleichen Befund bei der Jugalbreite, so daß adulte Schädel schlanker erscheinen als subadulte. Ebenfalls kann bei der Auswertung der absoluten Werte eine signifikante Trennung der Mittel-

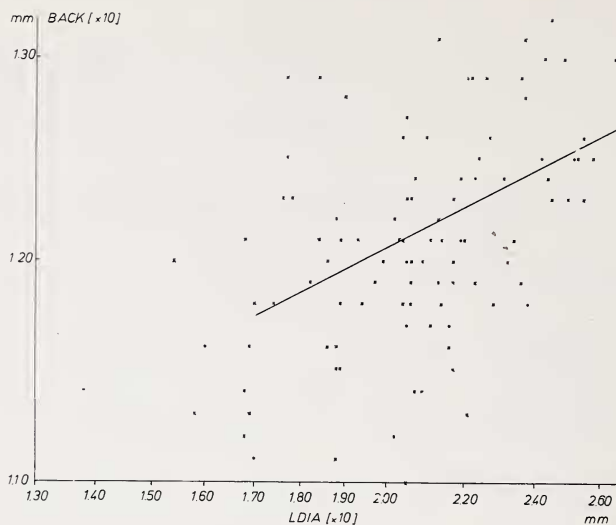


Abb. 12. Einzelwerte und Gesamtmometriegeraden für Länge der Backenzahnreihe/Länge des Diastemas

werte festgestellt werden, deren Differenzen zu adulten Tieren hin abnehmen, was den Schluß zuläßt, daß bei adulten Tieren eine geringere Größenzunahme stattfindet als bei subadulten. Ähnliche Tendenzen konnten schon bei der Frontalliallänge und Nasalliallänge nachgewiesen werden, wenn auch mit umgekehrtem Vorzeichen.

Die *Pauckenblasen* bestimmen sehr ausgeprägt das Bild der Schädelbasis im dorsalen Teil. Sie bilden mit ihrer Längsachse und der Mediansagittalen des Schädels einen Winkel von ca. 45°. Für sie wurden folgende Werte errechnet:

	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt
<i>Breite d. Bulla</i>					<i>Länge d. Bulla</i>			
M	13,7	14,4	15,0	14,8	11,3	12,5	12,9	12,8
t	2/3: 0,18 bis 1,22	2/3: 0,48 bis 0,72	1/3: 0,84 bis 1,76		1/2: 0,66 bis 1,74	2/3: 0,22 bis 0,58	1/3: 0,14 2,06	
<i>Breite d. Bulla / Länge d. Diastemas</i>					<i>Länge d. Bulla / Länge d. Diastemas</i>			
n	3	12	57	72	3	12	57	72
a	0,70	0,33	0,41	0,40	0,93	0,33	0,42	0,44
ln b	0,61	1,68	1,42	1,46	-0,27	1,52	1,27	1,20

Die Breite der Bulla in Beziehung zur Diastemalänge ergab signifikante Unterschiede, die eine getrennte Betrachtung der Gruppen notwendig machen. Die erste Gruppe kann dabei vernachlässigt werden, weil die geringe Zahl von Messungen einem der Population entsprechenden Wert nicht gerecht werden kann. Der Vergleich der beiden verbleibenden Gruppen dokumentiert eine bei adulten Schädeln größere relative Zunahme der Bullabreite als bei subadulten. Auch die absoluten Werte sprechen nicht gegen diese Feststellung. Während diese Gruppenunterschiede signifikant sind, konnten bei der Berechnung der Bullalänge zur Diastemalänge keine signifikanten Differenzen gefunden werden. Eine signifikante Trennung der Mittelwerte konnte durchgeführt

werden. Die Gesamtbeurteilung der Paukenblasen ergibt sowohl an Hand der Regressionen als auch der absoluten Werte eine geringgradig vorwiegende Längenausdehnung.

Die Grundlage für die Berechnung der folgenden Regressionen war die zufällige Beobachtung bei der Altersgruppeneinteilung, daß die *Partes squamosae ossium temporalium* beider Seiten bei jungen Tieren sehr weit auseinanderliegen, bei adulten Schädeln sich aber einander stark nähern, in einem Falle sogar an der mediansagittalen Crista verwachsen. Die Berechnung ergab:

	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt
<i>Intersquamosabreite</i>				
M	7,9	6,7	5,3	6,1
t	1/2: 1,03 bis 1,37	2/3: 1,26 bis 1,54	1/3: 2,51 bis 2,69	
<i>Intersquamosabreite / Länge des Diastemas</i>				
n	22	18	61	101
a	-0,75	-1,91	-1,04	-1,48
ln b	4,20	7,59	4,88	6,26

Der F-Test ergibt keine signifikanten Unterschiede der Gruppen, die eine gesonderte Analyse erforderten. Die Gesamtregression weist eine sehr hohe Korrelation auf, die aber ein negatives Vorzeichen hat. Daraus ergibt sich, daß jugendliche Schädel einen großen Abstand der beiden Schuppen aufweisen, während dieser Abstand bei adulten Schädeln klein und sogar 0 werden kann. Je älter demnach ein Schädel ist, desto geringer wird dieser Abstand sein. Die Prüfung der absoluten Meßgrößen, die Trennung der Mittelwerte, die auf 95%-Niveau signifikant für die Populationen der Altersgruppen ist und deren Differenz zwischen den Gruppen unterstreichen die oben gemachte Feststellung. Die Abb. 17 macht diesen Zusammenhang zwischen Intersquamosa-

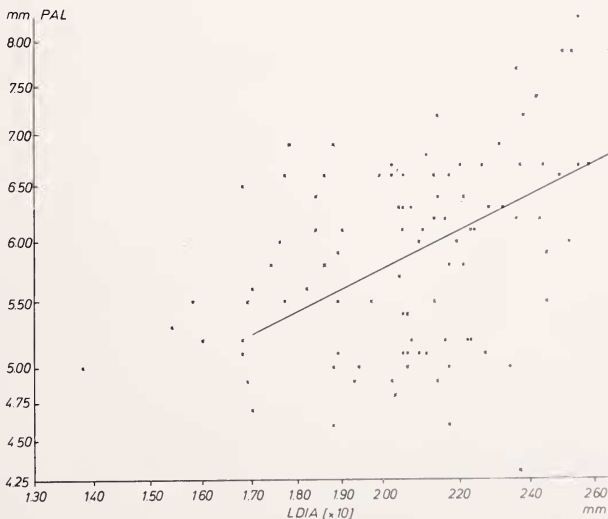


Abb. 13. Einzelwerte und Gesamtallometriergeraden für Palatallänge/Länge des Diastemas

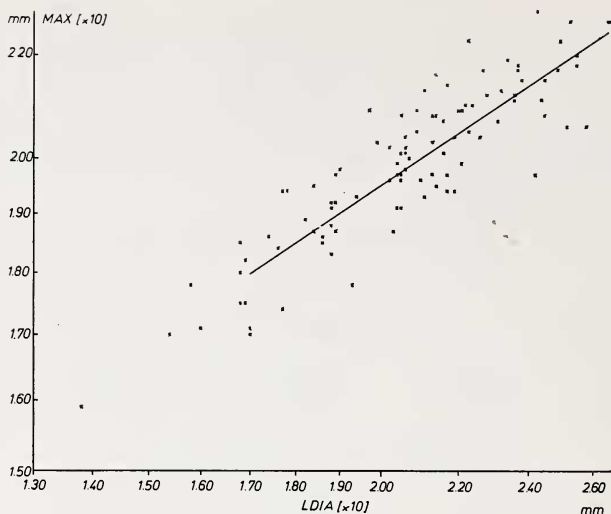


Abb. 14. Einzelwerte und Gesamtlometriergeraden für Breite der Maxilla/Länge des Diastemas

breite und den Altersgruppen anschaulicher. Darüber hinaus wird in dieser Grafik deutlich, daß die vorliegende Aufteilung der Schädel in Gruppen verschiedenen Alters übereinstimmt mit der Theorie der altersabhängigen Meßgröße Intersquamosabreite. Die ebenfalls berechnete Regression mit der Condylolncisivlänge als Bezugsgröße, die nur eine sichere Gesamtbeurteilung zuläßt, ergibt sogar eine Regression in Höhe von $-1,91$, fast 2. Abschließend läßt sich für die Regression Intersquamosabreite zur Länge des Diastemas eine sehr hohe, umgekehrt proportionale Beziehung feststellen, die signifikant für alle Gruppen ist. Der Zusammenhang der Meßgröße zum Alter der Schädel,

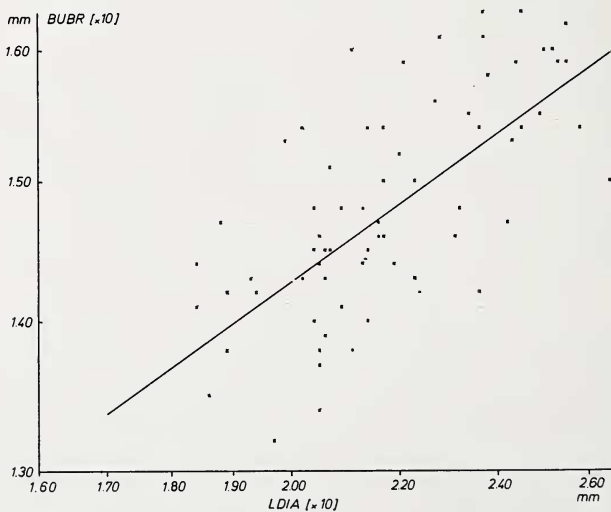


Abb. 15. Einzelwerte und Gesamtlometriergeraden für Bullaebreite/Länge des Diastemas

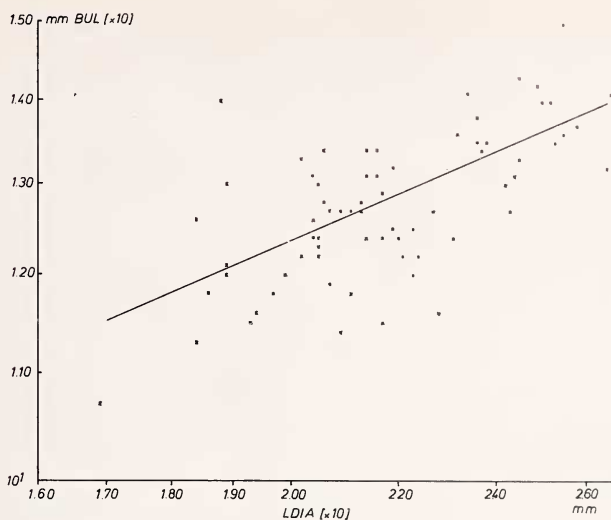


Abb. 16. Einzelwerte und Gesamtlometriegeraden für Bullac-länge/Länge des Diastemas

dokumentiert durch die oben geschilderte Aufteilung der Schädel in Altersgruppen, läßt einer Berechnung der Regressionsgeraden die durchaus gerechtfertigte Bedeutung einer „Altersgeraden“ zukommen. Voraussetzung dafür ist eine geeignete Wahl der Altersstufen und eine noch genauere Altersdifferenzierung. Die Konsequenz wäre, mit Hilfe dieser Geraden das Alter eines entsprechenden Schädels bei vorliegender Intersquamabreite aus den Koordinaten abzulesen. In der Grafik der Abb. 18 wurden die Meßpunkte gegen die von mir gewählte und im Abschnitt „Material und Methode“ dar-

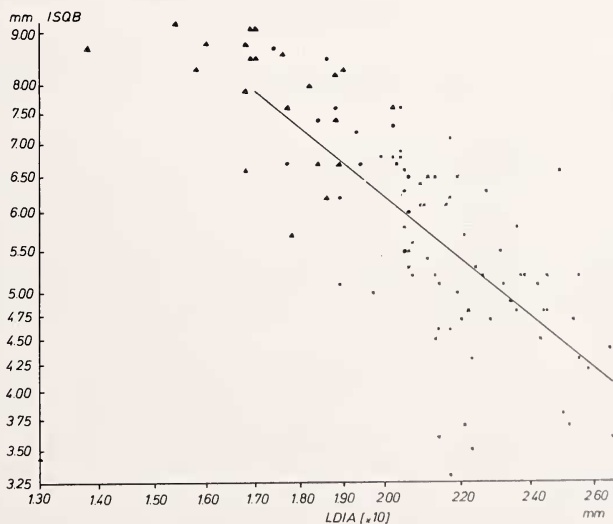


Abb. 17. Einzelwerte und Gesamtlometriegeraden für Intersquamabreite/Breite des Diastemas (Zeichenerklärung siehe Abb. 18)

gelegte Altersgradierung aufgetragen. Schon aus dieser bilinearen Zeichnung läßt sich eindeutig die Tendenz einer eventuellen Regressionsgeraden ablesen.

Der Schädel von *Bathyergus suillus suillus* ist in seiner Entwicklung aufzuteilen in Hirn- und Gesichtsschädel. Alle Maße nehmen mit dem Alter zu, nur die Intersquamosbreite nimmt an Größe ab. Relativ zur Diastemalänge nimmt die Hirnschädelkapazität von jungen zu adulten Tieren ab. Die Entwicklung erfolgt vorwiegend in der Occipitalhöhe, wobei eine Längsstreckung bei nur schwachem Breitenwachstum zu verzeichnen ist. Der Gesichtsschädel nimmt zwar auch von subadulten zu adulten Tieren relativ ab, aber in geringerem Maße als der Hirnschädel. In diesem Zusammenhang

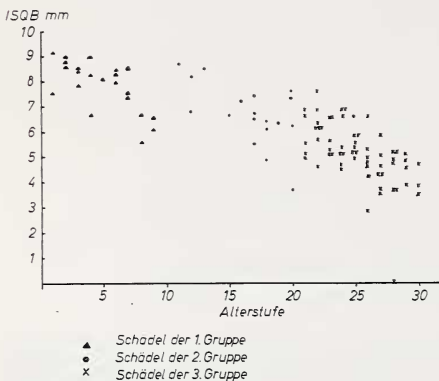


Abb. 18. Bilineare Auftragung der ISQB gegen die Altersstufe

muß darauf hingewiesen werden, daß als Bezugsgröße die Länge des Diastemas gewählt wurde, welche selbst ein Maß des Gesichtsschädels darstellt. Die Breite der Jochbögen und die Maxillabreite nehmen von jungen zu adulten Tieren relativ ab, was auch der Vergleich der Gruppenmittelwerte bestätigt, so daß schon optisch eine merklich schlankere Gesamtform bei älteren Tieren festzustellen ist. Die Länge der oberen Backenzahnreihe ist bei jungen Tieren relativ viel größer als bei adulten. Der Exponent von 0,17 bedeutet im Laufe der Schädelentwicklung nur geringe Größenzunahme, was sich auch aus den absoluten Werten ersehen läßt. Die Paukenblasen zeigen ebenfalls eine negative Allometrie, die aber auch annähernd gleiche Werte für die Längen- und Breitenentwicklung dokumentieren. Die Intersquamosbreite eröffnet eine Möglichkeit der Altersgeraden, mit deren Hilfe bei entsprechender Koordinatenwahl eine Altersbestimmung für Schädel dieser Art durchgeführt werden kann, wie aus Abb. 17 und Abb. 18 zu ersehen ist.

IV. Allometrischer Vergleich mit Schädeln der Gattung *Cavia* Pallas, 1766³

Da das mir zur Verfügung stehende Material von *Bathyergus suillus suillus* relativ sehr selten ist und aus der Literatur keine schädelallometrischen Untersuchungen des Genus Bathyergidae bekannt sind, erscheint es doch sinnvoll, einen schädelallometrischen Vergleich mit Individuen aus der gleichen „ordo“, den Rodentiern, durchzuführen. In der oben angegebenen Literatur ergaben sich für die berechneten Allometrien gattungsspezifische Allometriergeraden, die an dieser Stelle bei Übereinstimmung der Messungen gegenübergestellt werden. Der Grund für die Wahl der Gattung *Cavia*

	<i>Cavia</i>	<i>Bathyergus</i>
CIL		
Variationsbreite	44,5—63,5	45,0—65,2
Mittelwert	53,8	55,57

³ Nach F. HÜCKINGHAUS: Vergleichende Untersuchungen über die Formenmannigfaltigkeit der Unterfamilie Caviinae Murray 1886, Z. w. Z. 166, 1/2, 1961.

Pallas 1766 war eine starke Ähnlichkeit der absoluten Maße und der Variationsbreite der Condylolincisivlänge. Dieses Maß kann auf Grund der Anzahl n in den oben definierten Gruppen nur für eine Gesamtbeurteilung herangezogen werden, erfüllt demnach die in diesem Zusammenhang erforderlichen Kriterien.

Auf Grund des ähnlichen Bauplans und der gemeinsamen Bezugsgröße als Basis lassen sich an Hand der Allometrie- bzw. Regressionskoeffizienten Proportionsunterschiede präzise feststellen. Dieser Vergleich ist systematisch nicht sinnvoll, er soll lediglich zu vorhandenen Betrachtungen eine Verbindung herstellen. Die Vergleichswerte wurden zu diesem Zwecke in dekadische Logarithmen umgewandelt.

Für den Vergleich der Hirnschädelkapazität konnte keine Vergleichsbasis gefunden werden, jedoch zeichnet sich an Hand der Maße für Hirnschädellänge und -breite eine noch geringere Korrelation ab als bei *Cavia*. Diese, auf eine geringere Hirnschädelkapazität hinausgehende Tendenz wird aber durch eine Isometrie der Occipitalhöhe ausgeglichen. Die Grafik mit beiden Allometriergeraden macht diesen Proportionsunterschied deutlich. Der Befund unterstreicht nur das im vorausgehenden Abschnitt Gesagte über die vorwiegend vertikale Entwicklung des Hirnschädels von *Bathyergus* im Gegensatz zu *Cavia*, bei dem sich eine stärkere Längsentwicklung zeigt.

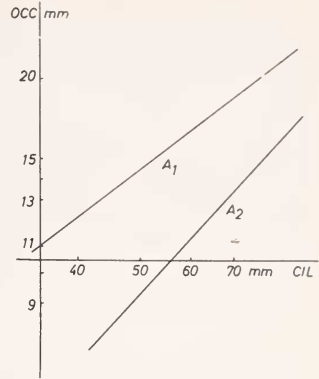


Abb. 19. Gegenüberstellung der Allometriergeraden von *Cavia* (A 1) und *Bathyergus* (A 2) für OCC/CIL

		<i>Cavia</i>	<i>Bathyergus</i>
Occipitalhöhe / CIL	a	0,80	1,04
	log b	0,65	-0,81

Die Knochen des Schädeldaches ergeben folgende Vergleichswerte:

	Parietale		Frontale		Nasale	
	a	log b	a	log b	a	log b
<i>Cavia</i>	0,68	1,13	0,70	1,2	1,29	0,12
<i>Bathyergus</i>	0,58	0,11	0,79	-0,10	1,0	-0,39

Aus der doppelt-logarithmischen Darstellung für die Beziehung Länge des Parietale/Condylolincisivlänge ergibt sich für *Bathyergus* eine von kleinen zu großen Schädeln relativ geringere Länge als bei *Cavia*. Mit Sicherheit läßt diese Tatsache auf die starke Beteiligung des Supraoccipitale am Schädeldach von *Bathyergus* zurückführen, während bei *Cavia* dasselbe überhaupt keinen Anteil am Schädeldach hat.

Auch bei der Länge des Frontale läßt sich eine relativ geringere Zunahme von kleinen zu großen Schädeln feststellen, jedoch ist die Proportionsänderung bei *Bathyergus* merklich geringer als bei *Cavia*.

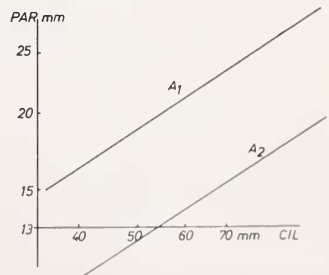


Abb. 20. Allometriergeraden von *Cavia* (A 1) und *Bathyergus* (A 2) für PAR/CIL

Die Werte für die Nasallänge lassen bei beiden Schädeln die gleiche Tendenz der Schädelentwicklung erkennen: Es zeigt sich nicht nur, daß die Korrelation von Gesichts- und Hirnschädel getrennt zu betrachten ist, sondern diese Tatsache läßt sich durch folgende Zahlen präzisieren: Der Hirnschädel weist Allometrieexponenten von 0,5 bis höchstens 0,79 auf, während für den Gesichtsschädel Exponenten von 1,0 und mehr errechnet werden. In der Beziehung der Nasalia zur Condylolincisivlänge ist demzufolge zumindest eine Isometrie vorhanden.

Die Jugalbreite im Verhältnis zur Schädelnlänge weist starke Unterschiede beim Vergleich der errechneten Werte auf:

	Jugalbreite	
	Cavia	Bathyergus
a	0,92	0,51
log b	0,84	0,62

Der gattungsspezifische Allometrieexponent von *Cavia* erreicht mit 0,92 annähernd eine isometrische Größenzunahme von kleinen zu großen Schädeln. Die wesentlich geringere Allometrie bei *Bathyergus* läßt von kleinen zu großen Tieren ein relatives Abnehmen der Jugalbreite verzeichnen. Da die Jugalbreite sich in sehr starkem Maße auf die Gesamtform des Schädels auswirkt, erscheinen große *Bathyergus*-Schädel schlank gegenüber kleinen und wesentlich schlanker als gleichgroße Schädel von *Cavia*.

Sehr auffällige Proportionsunterschiede ergibt der Vergleich der Länge der Backenzahnreihe des Oberkiefers im Verhältnis zur Condylolincisivlänge:

	Cavia	Bathyergus
	a	0,90
log b	0,39	0,61

Cavia zeigt eine annähernde Isometrie, d. h. die Backenzahnreihe entwickelt sich nahezu im gleichen Ausmaß wie die Condylolincisivlänge, während bei *Bathyergus* nur eine sehr geringgradige Größenänderung festzustellen ist, was auch die absoluten Messungen zeigen. Kleine *Bathyergus*-Schädel weisen demzufolge eine relativ größere obere Backenzahnreihe auf als große Schädel. Beim Vergleich dieser Allometrie zeigt sich der markanteste Unterschied der beiden Vergleichsobjekte. Eine Diskrepanz auf Grund unterschiedlicher Messung ist ausgeschlossen, die Betrachtung der Methodik beider Arbeiten ergibt gleiche Meßpunkte.

Die Berechnung Diastemalänge/Condylolincisivlänge ergab folgende Vergleichswerte:

	Cavia	Bathyergus
	a	1,27
log b	0,10	- 0,93

Für beide Schädelarten zeigt sich eine annähernd gleich große Allometrie. Wie die Grafik erkennen läßt, verlaufen die Allometriegesamten fast parallel, man müßte beim

Vergleich von Schädeln aus gleicher Familie bzw. Unterfamilie von Transposition sprechen, wie sie BÄHRENS 1960 bei der Beziehung von $\sqrt[3]{\text{Hirnschädelkapazität}/\text{Schädellänge}}$ an drei Mustelidenarten nachweisen konnte. Jedoch muß berücksichtigt werden, daß die b-Werte sich im umgekehrten Vorzeichen unterscheiden, woraus man bei der Analyse der Grafik schließen muß, daß sich die Allometriegeraden schneiden müssen, durch das Verschieben des Koordinatenkreuzes vom 0-Punkt auf $y = 10 / x = 35$ wird ein Ausschnitt dargestellt, in welchem sich auf den ersten Blick eine Parallelität der Geraden herauslesen läßt. Es muß aber festgestellt werden, daß sich das Diastema bei beiden Schädeln in gleicher Weise proportional zur Condylolincisivlänge entwickelt, die absoluten Werte jedoch voneinander abweichen.

Weitere Vergleiche konnten nicht angestellt werden, da in der Vergleichsliteratur über die Gattung *Cavia* keine vergleichbaren Werte mehr angegeben wurden. Zusammenfassend kann man jedoch sagen:

Die um ein geringeres längeren Schädel von *Bathyergus* lassen sich allometrisch abgrenzen gegen *Cavia*-Schädel. Der Hirnschädel dehnt sich weniger in der Länge wie bei *Cavia*, als in der Höhe aus. Der Unterschied der Allometriekoeffizienten von 0,24 macht diese überwiegende Höhenentwicklung deutlich. Man muß jedoch berücksichtigen, daß bei *Cavia* das Supraoccipitale nicht an der Bildung des Schädeldaches beteiligt ist. Demnach darf für die Längenentwicklung des Schädeldaches, für Parietale und Frontale zusammen, eine in etwa ähnliche Proportionsänderung von kleinen zu großen Tieren angenommen werden wie bei *Cavia*. Der Gesichtsschädel, dokumentiert durch die Nasiallänge, ist bei *Cavia* relativ länger. Trotzdem erscheint ein *Bathyergus*-Schädel schlanker, da die Jugalbreite wesentlich weniger zunimmt als bei *Cavia*. Bei relativ gleicher Diastemalänge haben *Bathyergus*-Schädel den größten Proportionsunterschied in der Länge der Backenzahnreihe aufzuweisen, diese Größe ändert sich nämlich absolut nur wenig, während bei *Cavia* annähernd isometrische Proportionen auftreten. An dieser Stelle möchte ich nochmals darauf hinweisen, daß dieser schädelallometrische Vergleich lediglich die Verbindung herstellen soll zu schon vorhandener Literatur, eine systematische Bedeutung kommt ihm keinesfalls zu.

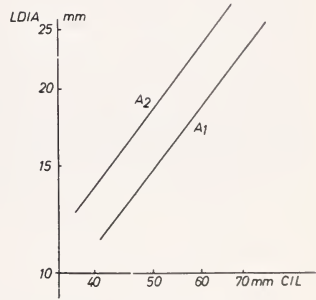


Abb. 21. Allometriegeraden von *Cavia* (A 1) und *Bathyergus* (A 2) für LDIA/CIL

V. Kurzer allometrischer Vergleich mit Spezies des Genus *Arvicola* Lacépède, 1799⁴

Der vorhergehende Abschnitt stellte schädelallometrische Vergleiche an mit Tieren aus anderer Familie und mit vollkommen anderer Lebensweise. Es erscheint mir doch angebracht, einen Vergleich durchzuführen mit Tieren, die zwar auch aus anderer Familie stammen, jedoch ähnliche Lebensgewohnheiten wie *Bathyergus* haben, wenn auch der Lebensraum ein anderer ist. Leider muß dieser Vergleich ein Versuch bleiben, da in der obengenannten Literatur nur drei Beziehungen ausgewertet wurden; zwei davon sind mit meinen Berechnungen vergleichbar.

⁴ Nach: REICHSTEIN, H.: Beitrag zur systematischen Gliederung des Genus *Arvicola* LACÉPÈDE 1799, Z. zoolog. Syst. Evolutionsforsch. 1, 1/2, 1963.

Die Mittelwerte der Condylbasallänge der Spezies von *Arvicola* liegen zwischen 33,8 und 41,1, der Mittelwert von *Bathyergus suillus suillus* liegt mit 55,57 mm um ein wesentliches höher. Zum Vergleich wurde *Arvicola sapidus* mit dem höchsten Mittelwert von 41,1 mm gewählt. Bezugsgröße bei diesen Untersuchungen ist die Länge des Diastemas. Die Beziehung der Hirnkapsellänge zum Diastema läßt sich bei *Bathyergus* nur unter Vorbehalt zum Vergleich heranziehen, da für die Hirnschädellänge das os parietale aus meßtechnischen Gründen ausgewertet wurde.

	<i>A. sapidus</i>	<i>Bathyergus</i>
a	0,75	0,49
log b	0,54	0,46

Ich verweise dazu auf Abschnitt III.

Die Allometrieexponenten beider Schädel weisen einen Exponenten unter 1 auf. *Bathyergus* zeigt bei kleinen Schädeln jedoch eine relativ größere Hirnschädellänge als bei großen Tieren. Diese Proportionsänderung ist bei *Arvicola* nicht so stark. D. h., *A. sapidus* weist eine größere Hirnschädel-Längenentwicklung auf als *Bathyergus*. Die gleiche Feststellung wurde auch im vorausgegangenen Vergleich gemacht, wobei noch ergänzt werden kann, daß *Bathyergus* seine Hirnschädelkapazität vorwiegend durch eine vertikale Entwicklung erreicht. Die Länge der oberen Backenzahnreihe in Beziehung zur Diastemalänge ergab folgende vergleichbare Werte:

	<i>Arvicola</i>	<i>Bathyergus</i>
a	0,90	0,17
log b	- 0,01	0,86

Hierbei zeigt sich ähnlich dem Vergleich mit *Cavia* eine starke Abweichung beider Allometrieexponenten. Während *Arvicola* eine annähernde Isometrie aufweist, ändert sich bei *Bathyergus* die absolute Länge der Backenzahnreihe kaum. Sie macht nur eine ganz geringe Längenentwicklung durch. Die Tatsache der deutlichen Unterschiede der vergleichbaren Werte ließ es nicht notwendig erscheinen, eine graphische Darstellung beider Allometriegeraden hinzuzufügen. Die Aussage allein dieser beiden Vergleiche ist zu wenig, um aus den Unterschieden der Proportionen eine Charakteristik für beide Schädel herauszulesen. In dieser Art lassen sich lediglich die Proportionsänderungen an sich definieren, wie es in den beiden vorangegangenen Absätzen geschehen ist. Auch hier muß abschließend betont werden, daß dieser allometrische Vergleich keine systematische Bedeutung hat. Es ging vielmehr darum, auf umweltbedingter und funktioneller Basis Ähnlichkeiten in den Proportionen festzustellen.

Dies muß auf Grund des Vergleichs verneint werden. Es wird aber offengelassen, ob sich diese gemeinsame, biologisch bedingte Parallelentwicklung an Hand anderer Allometrien bestätigen läßt.

Zusammenfassung

102 Schädel von *Bathyergus suillus suillus* konnten auf Grund des Durchbruchs des letzten Molaren, der Abrasio aller Zähne und der Länge der Crista mediana in drei Altersgruppen eingeteilt werden. An allen Schädeln wurden je 16 Messungen durchgeführt, welche die Grundlage für Regressionsrechnungen, Vergleiche absoluter Werte und daraus resultierende Vergleiche der

Altersgruppen bildeten. Dabei konnte festgestellt werden, daß die Entwicklung des Hirnschädels von der des Gesichtsschädels zu trennen ist. Der Hirnschädel dehnt sich überwiegend in der Vertikalen aus, während die Regressionskoeffizienten der Längen- und Breitenmaße mindestens um 0,3 geringer sind. Die Regressionen der Längenmaße des Gesichtsschädels übertreffen sowohl die des Hirnschädels um mindestens 0,25 als auch die der gesamten Breitenmaße um mindestens 0,3, was den visuellen Eindruck des sehr schlanken *Bathyergus*-Schädels untermauert. Die Längenänderung der Backenzahnreihe des Oberkiefers erwies sich auf Grund sowohl der Regression als auch der Auswertung der absoluten Werte als sehr gering. Die Regression der Länge und Breite der Bullae ergibt annähernd gleiche Werte, die absoluten Werte lassen eine gering überwiegende Breitenentwicklung erkennen. Zwischen Intersquamosabreite und dem Alter der Schädel konnte ein Zusammenhang festgestellt werden, der an Hand einer Regressionsgeraden eine Altersbestimmung zuläßt.

Ein Vergleich mit *Cavia PALLAS*, 1766 ergab für den Hirnschädel von *Bathyergus suillus suillus* größere vertikale Ausdehnung bei geringerer Länge. Der Gesichtsschädel war gegenüber *Cavia* jedoch kürzer. Sehr deutlich unterschied sich die Länge der Backenzahnreihe von der bei *Cavia*, indem *Bathyergus* nur ganz geringe Variationen bei jugendlichen als auch adulten Tieren aufwies.

Unter dem Gesichtspunkt der funktionellen Anpassung wurde ein Vergleich mit *Arvicola sapidus* mittels zwei Maßen angestellt. Keines der Maße (Hirnkapsellänge, Länge der Backenzahnreihe / Länge des Diastemas) konnte eine Gleichheit oder nur geringe Divergenz der Regressionen nachweisen.

Summary

Studies on the Intraspecific Variability of the Skull of Bathyergus suillus suillus (Schreber, 1782, Mammalia, Rodentia, Bathyergidae)

102 Skulls of *Bathyergus suillus suillus* were divided into 3 age groups according to appearance of the last molar, abrasiation of all teeth, and the length of the crista mediana. From each skull 16 measurements were taken on which the calculations of regression, the comparison of absolute values and the resulting age classification was based. It was found that the development of the neurocranium can be separated from that of the viscerocranium.

Tabellen-Anhang

Ergebnisse der Allometrierechnungen für die Bezugsgröße Länge des Diastemas

Der Mittelwert und seine Standardabweichung sind bilinear, sämtliche anderen Werte wurden bilogarithmisch (\log naturalis) errechnet.

- n gibt die Zahl der Schädel an, bei denen sowohl das entsprechende Schädelmaß als auch die Bezugsgröße gemessen werden konnte
- VB Variationsbreite des abhängigen Maßes
- M Mittelwert und Standardabweichung des Mittelwertes
- a Allometrie konstante und Standardabweichung derselben
- b Absolute Konstante mit Standardabweichung, gibt den Punkt auf der y-Achse an bei $\lg x = 0$
- r Korrelationskoeffizient
- zw Zufallshöchstwert des Korrelationskoeffizienten
- P Signifikanzniveau, auf dem der Zufallshöchstwert erreicht oder übertroffen wird
- Norm-V. Aussage über das Zutreffen der Normalverteilung (+) oder Abweichung von derselben (Abw.)
- F F-Werte mit den Freiheitsgraden
- Ausw. Bemerkung über Übereinstimmung (sign. gl.) oder allometrisch differentes (diff.) Verhalten der einzelnen Gruppen. Die Tests wurden jeweils auf 1%-Signifikanzniveau durchgeführt. Einige F-Werte sind negativ, sind aber als 0 zu betrachten. Sie resultieren aus Abrundungsfehlern des Computers bei hohen negativen Exponenten

Bez.	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt
<i>Hirnschädelkapazität / Länge des Diastemas</i>				
n	1	8	51	60
VB	—	3,85—4,80	3,95—5,35	3,85—5,35
M	—	4,20 ± 0,10	4,50 ± 0,04	4,45 ± 0,04
a		0,93 ± 0,02	0,63 ± 0,09	0,64 ± 0,07
b		-1,35 ± 1,44	-0,46 ± 0,27	-0,48 ± 0,21
r		0,64	0,72	0,77
zw		0,63	0,35	0,35
P		0,5	0,1	0,1
Norm-V		+	+	+
F				F _g (2,56)
				= -0,332
Ausw				sign. gl.
<i>Intersquamosabreite / Länge des Diastemas</i>				
n	22	18	61	101
VB	6,2 — 9,2	3,6 — 8,7	0 — 7,1	0 — 9,2
M	7,9 ± 0,2	6,7 ± 0,3	5,3 ± 0,1	6,1 ± 0,1
a	-0,75 ± 0,31	-1,91 ± 0,26	-1,04 ± 0,28	-1,48 ± 0,12
b	4,20 ± 0,89	7,59 ± 0,77	4,88 ± 0,86	6,26 ± 0,36
r	0,47	0,88	0,44	0,78
zw	0,42	0,56	0,33	0,25
P	0,5	0,1	0,1	0,1
Norm-V	Schw. Abw.	+	Schw. Abw.	St. Abw.
F	F _{1/2} (2,36)	F _{2/3} (2,75)	F _{1/3} (2,79)	F _g (4,95)
	= 4,042	= 3,295	= 3,499	= 2,772
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.
<i>Condylloincisivlänge / Länge des Diastemas</i>				
n	7	15	60	82
VB	45,0 — 50,8	48,3 — 65,2	50,0 — 64,7	45,0 — 65,2
M	48,5 ± 0,8	52,3 ± 1,0	57,2 ± 0,5	55,6 ± 0,5
a	0,69 ± 0,28	0,64 ± 0,06	0,75 ± 0,02	0,73 ± 0,02
b	1,89 ± 0,82	2,05 ± 0,18	1,72 ± 0,07	1,78 ± 0,07
r	0,59	0,95	0,98	0,97
zw	0,58	0,61	0,33	0,28
P	1,0	0,1	0,1	0,1
Norm-V	+	+	+	Schw. Abw.
F	F _{1/2} (2,18)	F _{2/3} (2,71)	F _{1/3} (2,63)	F _g (4,76)
	= -2,092	= 34,321	= 39,503	= 9,045
Ausw	sign. gl.	diff.	diff.	diff.
<i>Länge der Pars basilaris / Länge des Diastemas</i>				
n	7	15	59	81
VB	7,1 — 7,9	7,4 — 9,5	7,5 — 9,7	7,1 — 9,7
M	7,6 ± 0,1	7,8 ± 0,1	8,5 ± 0,1	8,3 ± 0,1
a	0,35 ± 0,27	0,44 ± 0,13	0,44 ± 0,08	0,49 ± 0,05
b	1,03 ± 0,79	0,72 ± 0,39	0,77 ± 0,25	0,60 ± 0,15
r	0,45	0,69	0,60	0,75
zw	nicht gesichert	0,61	0,33	0,28
P	—	0,1	0,1	0,1
Norm-V	+	+	+	+
F	F _{1/2} (2,18)	F _{2/3} (2,70)	F _{1/3} (2,62)	F _g (4,75)
	= 0,178	= 3,420	= 1,171	= 1,010
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.

Occipitalhöhe / Länge des Diastemas

Bez.	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt
n	17	15	60	92
VB	7,3 — 12,8	8,4 — 11,2	8,7 — 13,0	7,3 — 13,0
M	9,0 ± 0,3	9,9 ± 0,2	10,9 ± 0,1	10,4 ± 0,1
a	-0,05 ± 0,47	0,44 ± 0,20	0,76 ± 0,12	0,71 ± 0,07
b	2,36 ± 1,35	0,97 ± 0,60	0,01 ± 0,36	0,17 ± 0,22
r	0,07	0,52	0,66	0,72
zw	nicht gesichert	0,48	0,33	0,27
P	—	0,5	0,1	0,1
Norm-V	Abw.	+	+	St. Abw.
F	F _{1/2} (2,28) = 1,669	F _{2/3} (2,71) = 2,194	F _{1/3} (2,73) = 4,094	F _g (4,86) = 2,617
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.

Jugalbreite / Länge des Diastemas

n	21	18	61	100
VB	26,1 — 31,1	29,1 — 33,4	29,1 — 35,2	26,1 — 35,2
M	28,7 ± 0,3	30,6 ± 0,2	32,0 ± 0,2	31,0 ± 0,2
a	0,43 ± 0,08	0,28 ± 0,06	0,42 ± 0,04	0,42 ± 0,02
b	2,13 ± 0,22	2,59 ± 0,19	2,15 ± 0,13	2,16 ± 0,07
r	0,77	0,70	0,80	0,88
zw	0,54	0,56	0,33	0,25
P	0,1	0,1	0,1	0,1
Norm-V	+	+	+	+
F	F _{1/2} (2,35) = — 3,815	F _{2/3} (2,75) = — 12,672	F _{1/3} (2,78) = — 5,237	F _g (4,94) = 4,528
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	diff.

Länge der Nasalia / Länge des Diastemas

n	20	18	56	94
VB	16,7 — 27,8	18,7 — 27,3	20,2 — 29,7	16,7 — 29,7
M	19,3 ± 0,5	22,0 ± 0,5	23,6 ± 0,2	22,4 ± 0,3
a	0,58 ± 0,27	0,74 ± 0,13	0,69 ± 0,08	0,76 ± 0,05
b	1,28 ± 0,77	0,88 ± 0,40	1,00 ± 0,25	0,81 ± 0,15
r	0,45	0,82	0,75	0,84
zw	0,42	0,56	0,33	0,26
P	0,5	0,1	0,1	0,1
Norm-V	St. Abw.	+	Schw. Abw.	St. Abw.
F	F _{1/2} (2,34) = 1,401	F _{2/3} (2,70) = — 0,191	F _{1/3} (2,72) = 0,458	F _g (4,88) = 0,490
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.

Länge der Frontalia / Länge des Diastemas

n	22	17	60	99
VB	13,3 — 18,0	16,0 — 20,0	17,5 — 23,3	13,3 — 23,3
M	16,6 ± 0,3	18,1 ± 0,3	19,7 ± 0,2	18,8 ± 0,2
a	0,72 ± 0,14	0,39 ± 0,13	0,63 ± 0,08	0,67 ± 0,04
b	0,75 ± 0,45	1,71 ± 0,38	1,01 ± 0,25	0,90 ± 0,11
r	0,75	0,63	0,70	0,88
zw	0,53	0,58	0,33	0,25
P	0,1	0,1	0,1	0,1
Norm-V	Schw. Abw.	+	+	Schw. Abw.
F	F _{1/2} (2,35) = 1,767	F _{2/3} (2,73) = 1,172	F _{1/3} (2,78) = — 2,684	F _g (4,93) = 0,073
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.

Bez.	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt
<i>Interorbitalbreite / Länge des Diastemas</i>				
n	22	18	61	101
VB	13,0 — 15,4	14,4 — 16,3	14,0 — 17,9	13,0 — 17,9
M	14,1 ± 0,1	15,2 ± 0,1	15,5 ± 0,1	15,2 ± 0,1
a	0,34 ± 0,10	0,14 ± 0,10	0,46 ± 0,06	0,35 ± 0,03
b	1,68 ± 0,28	2,31 ± 0,29	1,32 ± 0,17	1,64 ± 0,09
r	0,61	0,17	0,73	0,78
zw	0,53	nicht gesichert	0,33	0,25
P	0,1	—	0,1	0,1
Norm-V	+	+	+	+
F	F _{1/2} (2,36) = 4,345	F _{2/3} (2,75) = 2,640	F _{1/3} (2,79) = 0,401	F _g (4,95) = 3,212
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.
<i>Länge der Backenzahnreihe / Länge des Diastemas</i>				
n	22	18	62	102
VB	11,1 — 12,8	11,2 — 12,9	11,0 — 13,2	11,0 — 13,2
M	11,8 ± 0,1	12,1 ± 0,1	12,2 ± 0,1	12,1 ± 0,1
a	0,23 ± 0,09	0,13 ± 0,12	0,26 ± 0,06	0,17 ± 0,03
b	1,81 ± 0,26	2,08 ± 0,37	1,69 ± 0,18	1,99 ± 0,09
r	0,46	0,11	0,46	0,49
zw	0,42	nicht gesichert	0,33	0,25
P	0,5	—	0,1	0,1
Norm-V	+	+	+	+
F	F _{1/2} (2,36) = — 0,707	F _{2/3} (2,76) = — 3,845	F _{1/3} (2,80) = — 0,823	F _g (4,96) = 0,103
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.
<i>Palatallänge / Länge des Diastemas</i>				
n	22	18	62	102
VB	4,7 — 6,9	4,6 — 6,6	4,3 — 8,3	4,3 — 8,3
M	5,7 ± 0,1	5,7 ± 0,2	6,1 ± 0,1	5,9 ± 0,1
a	0,80 ± 0,26	0,22 ± 0,31	0,93 ± 0,20	0,45 ± 0,10
b	— 0,54 ± 0,73	1,08 ± 0,93	— 1,08 ± 0,63	0,41 ± 0,29
r	0,57	0,17	0,51	0,43
zw	0,53	nicht gesichert	0,33	0,25
P	0,1	—	0,1	0,1
Norm-V	+	Abw.	+	+
F	F _{1/2} (2,36) = 2,720	F _{2/3} (2,76) = 1,895	F _{1/3} (2,80) = 5,392	F _g (4,96) = 3,152
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	diff.	sign. gl.
<i>Breite der Maxilla / Länge des Diastemas</i>				
n	22	18	62	102
VB	17,0 — 20,2	17,8 — 22,7	18,7 — 22,9	17,0 — 22,9
M	18,2 ± 0,2	19,6 ± 0,3	20,7 ± 0,1	20,0 ± 0,1
a	0,63 ± 0,08	0,51 ± 0,09	0,41 ± 0,06	0,50 ± 0,03
b	1,10 ± 0,24	1,44 ± 0,28	1,76 ± 0,18	1,47 ± 0,08
r	0,85	0,80	0,65	0,89
zw	0,53	0,56	0,33	0,25
P	0,1	0,1	0,1	0,1
Norm-V	+	+	+	+
F	F _{1/2} (2,36) = — 1,493	F _{2/3} (2,76) = — 5,126	F _{1/3} (2,80) = — 1,500	F _g (4,96) = — 1,169
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.

Bez.	1. Grp.	2. Grp.	3. Grp.	Gesamt
<i>Bullaebreite / Länge des Diastemas</i>				
n	3	12	57	72
VB	13,0 — 14,4	13,4 — 16,0	13,2 — 16,3	13,0 — 16,3
M	13,7 ± 0,4	14,4 ± 0,2	15,0 ± 0,1	14,8 ± 0,1
a	0,70 ± 0,32	0,33 ± 0,13	0,41 ± 0,06	0,40 ± 0,05
b	0,61 ± 0,92	1,68 ± 0,39	1,42 ± 0,17	1,46 ± 0,14
r	0,93	0,62	0,75	0,72
zw	0,88	0,61	0,33	0,30
P	0,5	0,2	0,1	0,1
Norm-V	+	+	+	+
F	F _{1/2} (2,11) = 0,729	F _{2/3} (2,65) = 8,184	F _{1/3} (2,56) = 9,264	F _z (4,66) = 4,398
Ausw	sign. gl.	diff.	diff.	diff.
<i>Bullaelänge / Länge des Diastemas</i>				
n	3	12	57	72
VB	10,7 — 12,0	11,4 — 14,1	11,5 — 15,0	10,7 — 15,0
M	11,3 ± 0,4	12,5 ± 0,3	12,9 ± 0,1	12,8 ± 0,1
a	0,93 ± 0,19	0,33 ± 0,20	0,42 ± 0,07	0,44 ± 0,06
b	-0,27 ± 0,56	1,52 ± 0,60	1,27 ± 0,22	1,20 ± 0,18
r	0,98	0,47	0,65	0,67
zw	0,96	0,46	0,33	0,30
P	0,1	1,0	0,1	0,1
Norm-V	+	+	+	+
F	F _{1/2} (2,11) = 0,918	F _{2/3} (2,65) = 2,963	F _{1/3} (2,56) = 4,079	F _z (4,66) = 2,026
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.
<i>Parietallänge / Länge des Diastemas</i>				
n	22	15	59	96
VB	9,9 — 14,5	13,3 — 15,8	10,6 — 16,9	9,9 — 16,9
M	11,6 ± 0,3	12,7 ± 0,3	13,4 ± 0,2	12,9 ± 0,1
a	0,40 ± 0,25	0,43 ± 0,20	0,39 ± 0,16	0,49 ± 0,07
b	1,31 ± 0,71	1,24 ± 0,58	1,38 ± 0,50	1,05 ± 0,21
r	0,33	0,52	0,33	0,58
zw	0,32	0,48	0,32	0,26
P	1,0	0,5	0,1	0,1
Norm-V	+	+	+	+
F	F _{1/2} (2,33) = 0,389	F _{2/3} (2,70) = 0,159	F _{1/3} (2,77) = 0,927	F _z (4,90) = 0,507
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.
<i>Länge des Diastemas</i>				
n	22	18	62	102
VB	13,8 — 20,2	17,4 — 26,6	18,9 — 26,5	13,8 — 26,6
M	17,4 ± 0,3	20,0 ± 0,5	22,3 ± 0,2	20,9 ± 0,3
t	t _{1/2} : 2,33— 2,87	t _{2/3} : 2,06— 2,54	t _{1/3} : 4,76— 5,04	

Ergebnisse der Allometrierechnungen für die Bezugsgröße Condylincisivlänge

Für diese Berechnungen gelten die gleichen Vorbemerkungen wie für die Bezugsgröße Länge des Diastemas, allerdings können aus statistischen Gründen nur die Gesamtregressionen ausgewertet werden.

Bez.	Hirnschädelkapazität/CIL	Intersquamosabreite/CIL	Länge der Pars basilaris/CIL	Occipitalhöhe/CIL
n	60	81	81	82
M	4,45 ± 0,04	5,8 ± 0,1	8,3 ± 0,1	10,5 ± 0,1
a	0,85 ± 0,08	-1,91 ± 0,22	0,69 ± 0,06	1,05 ± 0,10
b	-1,95 ± 0,34	9,39 ± 0,89	-0,67 ± 0,25	-1,86 ± 0,41
r	0,81	0,70	0,79	0,75
zw	0,32	0,28	0,28	0,28
P	0,1	0,1	0,1	0,1
Norm-V	+	St. Abw.	+	Schw. Abw.
F	F _g (2,56) = -0,470	F _g (4,75) = 2,495	F _g (4,75) = 0,007	F _g (4,76) = 2,242
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.

Bez.	Jugalbreite/CIL	Länge der Nasalia/CIL	Länge der Frontalia/CIL	Interorbitalbreite/CIL
n	80	75	79	81
M	31,5 ± 0,2	22,9 ± 0,2	19,2 ± 0,2	15,4 ± 0,1
a	0,51 ± 0,04	1,00 ± 0,07	0,79 ± 0,07	0,43 ± 0,05
b	1,42 ± 0,20	-0,89 ± 0,35	-0,22 ± 0,26	0,99 ± 0,19
r	0,84	0,86	0,81	0,74
zw	0,28	0,28	0,28	0,28
P	0,1	0,1	0,1	0,1
Norm-V	+	+	+	+
F	F _g (4,74) = 0,269	F _g (4,69) = 1,437	F _g (4,73) = 1,304	F _g (4,75) = 2,377
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.

Bez.	Länge der Backenzahnreihe	Länge des Diastemas/CIL	Palatallänge/CIL	Breite der Maxilla/CIL
n	82	82	82	82
M	12,1 ± 0,1	21,5 ± 0,3	6,0 ± 0,1	20,3 ± 0,1
a	0,27 ± 0,05	1,29 ± 0,04	0,73 ± 0,17	0,60 ± 0,05
b	1,40 ± 0,21	-2,13 ± 0,18	-1,17 ± 0,70	0,61 ± 0,22
r	0,40	0,96	0,42	0,75
zw	0,28	0,28	0,28	0,28
P	0,1	0,1	0,1	0,1
Norm-V	+	Abw.	+	+
F	F _g (4,76) = 7,699	F _g (4,76) = 6,440	F _g (4,76) = 1,886	F _g (4,76) = 0,020
Ausw	diff.	diff.	sign. gl.	sign. gl.

Bez.	Bullaebreite/CIL	Bullalänge/CIL	Parietallänge/CIL
n	72	72	79
M	14,8 ± 0,1	12,8 ± 0,1	13,2 ± 0,1
a	0,53 ± 0,06	0,59 ± 0,07	0,58 ± 0,12
b	0,57 ± 0,28	0,16 ± 0,34	0,25 ± 0,57
r	0,73	0,69	0,48
zw	0,28	0,28	0,28
P	0,1	0,1	0,1
Norm-V	+	+	+
F	F _g (4,66) = 0,054	F _g (4,66) = 0,695	F _g (4,73) = 0,444
Ausw	sign. gl.	sign. gl.	sign. gl.

Literatur

- BÄHRENS, D. (1960): Über den Formenwandel des Mustelidenschädels. Allometrische Untersuchungen an Schädeln von *Mustela vison*, *Mustela lutreola*, *Mustela nivalis* und *Martes martes*. Morpholog. Jahrbuch 101, 2.
- (1961): Zur Bedeutung allometrischer Untersuchungen für das Studium innerartlicher Variabilität des Schädels von Musteliden. Z. Säugetierkunde 26, 154—157.
- BOHLKEN, H. (1961): Der Kouprey, *Bos sauveli* Urbain 1937. Z. Säugetierkunde 26, 193—254.
- (1961): Allometrische Untersuchungen an den Schädeln asiatischer Wildrinder. Z. Säugetierkunde 26, 147—154.
- DUERST, J. U. (1925): Vergleichende Untersuchungsmethoden am Skelett bei Säugern. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Ed. Abderhalden.
- ELLERMAN, J. R. (1949): The families and genera of living Rodents. Bd. 1, London.
- FISHER, R. A., and YATES, F. (1953): Statistical Tables for Biological, Agricultural, and Medical Research. Edinburgh.
- FRICK, H. (1957): Betrachtungen über die Beziehungen zwischen Körpergewicht und Organgewicht. Z. Säugetierkunde 22.
- (1959): Betrachtungen zum allometrischen Wachstum einiger Nagetiere. Zool. Anz., Supplementbd. 22, Verhandl. d. Dtsch. Zool. Ges.
- GUTHRIE, D. A. (1963): The carotid circulation in the Rodentia. Bull. Mus. Comp., Harvard 128, 455—482.
- HASELOFF, O. W., und HOFMANN, H. J. (1965): Kleines Lehrbuch der Statistik, Berlin.
- HÜCKINGHAUS, F. (1961): Vergleichende Untersuchungen über die Formenmannigfaltigkeit der Unterfamilie Caviinae Murray 1886. Z. w. Z. 166, 1/2.
- (1961): Die Bedeutung der Allometrie für die Systematik der Rodentia. Z. Säugetierkunde 26, 142—146.
- (1965): Craniometrische Untersuchungen an verwilderten Hauskaninchen von den Kerguelen. Z. w. Z. 171, 183—196.
- KRUMBIEGEL, J. (1954): Biologie der Säugetiere, Bd. 1 Krefeld.
- REICHSTEIN, H. (1957): Schädelvariabilität europäischer Mauswiesel (*Mustela nivalis* L.) und Hermeline (*Mustela erminea* L.) in Beziehung zu Verbreitung und Geschlecht. Z. Säugetierkunde 22, 151—182.
- (1963): Beitrag zur systematischen Gliederung des Genus *Arvicola* Lacépède 1799. Z. zoolog. Syst. Evolutionsforsch. 1, 1/2.
- RÖHRS, M. (1959): Neue Ergebnisse und Probleme der Allometrieforschung. Z. w. Z. 162, 1/2, 1—95.
- (1961): Allometrie und biologische Formenanalyse. Z. Morph. u. Anthropol. 51, 289—321.
- (1961): Allometrie und Systematik. Z. Säugetierkunde 26, 130—137.
- VOGEL, C. (1961): Zur systematischen Untergliederung der Gattung *Gorilla* an Hand von Untersuchungen der Mandibel. Z. Säugetierkunde 26, 65—76.
- WALKER, E. P. (1964): Mammals of the World. Vol. II Baltimore.
- WETTE, R. (1959): Regressions- und Kausalanalyse in der Biologie, Metrika 2.

Anschrift des Verfassers: Dr. BERND BREITWIESER, Dr. Senckenbergische Anatomie der Universität, 6 Frankfurt a. M., Ludwig-Rehn-Str. 14